

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

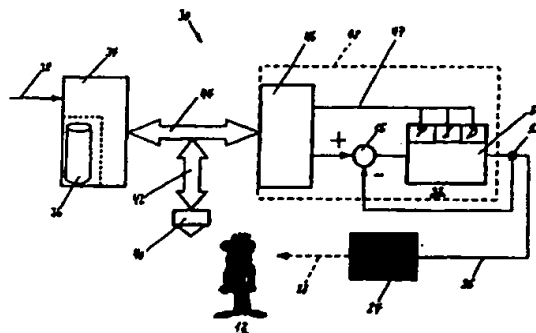
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G05D 23/19, F24F 11/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/44720</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>27. November 1997 (27.11.97)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/CH97/00194</b> (22) Internationales Anmeldedatum: <b>20. Mai 1997 (20.05.97)</b>  (30) Prioritätsdaten: <b>1270/96</b> <b>21. Mai 1996 (21.05.96)</b> <b>CH</b>  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>HTS HIGH TECHNOLOGY SYSTEMS AG [CH/CH]; Station- sstrasse 31, CH-8306 Brüttisellen (CH).</b>  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>BODMER, James [CH/CH]; Ruchweid 30, CH-8917 Oberlunkhofen (CH). PFEIF- FER, Walter, Karl [DE/DE]; Rossbergweg 2, D-72124 Pliezhausen (DE).</b>  (74) Anwalt: <b>PATENTANWÄLTE BREITER + WIEDMER AG; Seuzachstrasse 2, Postfach 366, CH-8413 Neftenbach (CH).</b></p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</b>  <b>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</b></p>

(54) Title: **HOME AND BUILDING AUTOMATION SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **HEIM- UND GEBÄUDEAUTOMATIONSSYSTEM**

(57) Abstract

The invention relates to a method for programmed control of a home and building automation system (30) by means of standard programs and of sensors (40) for monitoring persons (12) room by room. In order to save energy and increase comfort, the automation system triggers actuators (52) of installations (24) or groups of installations as needed. By means of adaptive, self-teaching algorithms in the software, the systematic and stochastic behavior of one or more persons (12) in the respective room, and throughout several rooms, is stored continuously. These algorithms adapt themselves automatically, and trigger actuators (52) in combination with adjustable, deterministic algorithms. The room-oriented optimization algorithms are grouped into one algorithm, incorporating external parameters, that optimizes the automation system holistically. The individual room algorithms are adapted retroactively accordingly. The self-teaching process is controlled by signals from the presence-monitoring and activity-monitoring sensors (40). At least one sensor (40) is located in each room for presence and activity monitoring of persons (12). These sensors are linked up to presence and activity controlled closed-loop control circuits (32). These networks, preferentially of the neuronal type, with computers (34) include in their software adjustably implemented, deterministic and adaptive, self-teaching algorithms.



### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum programmierten Steuern eines Heim- und Gebäudeautomationssystems (30) über Standardprogramme und Sensoren (40) für die raumweise Überwachung von Personen (12). Das Automationssystem löst zwecks Energieeinsparung und Komfortverbesserung bedarfsabhängig Aktuatoren (52) von Installationen (24) oder Installations-Gruppen aus. Durch adaptive, selbstlernende Algorithmen der Software wird das systematische und stochastische Verhalten wenigstens einer Person (12) im jeweiligen Raum sowie über mehrere Räume hinweg laufend gespeichert. Diese Algorithmen passen sich automatisch an und lösen in Kombination mit veränderbaren, deterministischen Algorithmen Aktuatoren (52) aus. Die raumbezogenen Optimierungsalgorithmen werden unter Einbeziehung externer Parameter in einem Algorithmus zusammengefasst, welcher das Automationssystem gesamthaft optimiert. Die Einzelraumalgorithmen werden rückwirkend entsprechend adaptiert. Der Selbstlernvorgang wird durch Signale von der Präsenz- und auch der Aktivitätsüberwachung dienenden Sensoren (40) gesteuert. Für die Präsenz- und Aktivitätsüberwachung von Personen (12) ist wenigstens ein Sensor (40) pro Raum angeordnet. Diese Sensoren (40) sind mit anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreisen (32) vernetzt. Diese vorzugsweise neuronalen Netze mit Rechnern (34) umfassen in der Software veränderbar implementierte, deterministische und adaptive, selbstlernende Algorithmen.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KR	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Heim- und Gebäudeautomationssystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum optimierten Steuern eines Heim- und Gebäudeautomationssystems über Software und Sensoren für die Ueberwachung von Personen, wobei das Automationssystem zwecks Energieeinsparung und  
10 Komfortverbesserung bedarfsabhängig Aktuatoren von Installationen oder Installations-Gruppen auslöst. Weiter betrifft die Erfindung ein Automationssystem zur Durchführung des Verfahrens und dessen Anwendung.

15 Heim- und Gebäudeautomationssysteme sind mit Blick auf die Verbesserung des Komforts bereits in vielfältiger Form vorgeschlagen und realisiert worden. Staatliche Vorgaben und zunehmendes Umweltbewusstsein tragen zum allgemein wachsenden Bedürfnis bei, den Energieverbrauch im Sinne einer Schonung der globalen Ressourcen zu reduzieren.  
20

Schon zu Beginn der Achtzigerjahre konnte die Kühl- und Heizleistung einer Klimaanlage komfort- und energiemässig raumweise beeinflusst werden, indem ein von Präsenzmeldern gesteuertes Energiekontrollsystem eingesetzt wurde, beispielsweise nach der US,A 4407447. Bei Anwesenheit einer Person in einem Raum, festgestellt und gemeldet durch den betreffenden Präsenzmelder, wird nach dieser Patentschrift von einer unregelmässigen Raumtemperatur auf eine fest vorgegebene Solltemperatur geregelt, indem entsprechend warme oder kalte Luft zugeführt wird. Verlässt diese Person den Raum, so wird die Luftzufuhr wieder aufgehoben und damit der Energieverbrauch insgesamt reduziert. Dieses System reagiert damit zwar mittelbar auf den direkten Bedarf, hervorgerufen durch  
30 die Anwesenheit von wenigstens einer Person, hat aber den Nachteil, dass es im Hinblick auf dem Komfortsystem immanente Trägheiten aufweist. Beispielsweise kann so die thermi-  
35

sche Trägheit eines zu beheizenden oder zu kühlenden Raumes nicht genügend oder gar nicht berücksichtigt werden.

5 In der US, A 4567557 wird ein weiterentwickeltes, als intelligent bezeichnetes Gebäudeautomationssystem beschrieben. Dieses hat ein zentral organisiertes System mit einer Vielzahl von eingangsseitigen Sensoren, welche ihre Informationen bzw. Steuerbefehle an einen zentralen Prozessor senden, und ausgangsseitige Aktuatoren, die vom Prozessor Steuerbefehle erhalten. Kennzeichnend für dieses System ist zum 10 einen der zentralistische Ansatz, alle Informationen müssen zum zentralen Prozessor gelangen, zum andern der deterministische Ansatz, alle möglichen Fälle und Kombinationen werden programmiert und als "Verhaltensmuster" für einen späteren Aufruf gespeichert. 15

Im Verlauf der folgenden Jahre sind Systeme entwickelt und auf dem Markt angeboten worden, welche als "TotalHome-Systeme" bezeichnet werden. Darunter wird eine Licht- und Gerätesteuerung über das installierte Stromnetz verstanden, 20 welche die bestehende Infrastruktur ohne nennenswerte bauliche Veränderungen nutzen kann. Das System besteht aus einer Zentraleinheit und verschiedenen Empfängereinheiten, wie Schaltern, Dimmern, Rolladensteuerung. Als Signalleitung wird, wie erwähnt, die bereits installierte 230 V Netzleitung mit Steckdosen benutzt. So können komplexe Steuersequenzen für unterschiedliche Ablaufschemata innerhalb 25 eines Gebäudes gespeichert und repetiert werden.

30 Allen bekannten Systemen ist ein deterministischer Ansatz gemeinsam, der einmal programmierte Sequenzen zeitgesteuert, auf Anforderung von Sensoren oder durch menschlichen Eingriff ablaufen lässt. Damit sind diese Systeme, auch Modusprogramme genannt, nur für vorgegebene Situationen und 35 zeitlich eingeschränkt optimal einsetzbar.

Eine Änderung der Benutzerwünsche erfordert eine Neupro-

grammierung des Systems, was einen Benutzer, in aller Regel ein Laie, überfordert oder gar abschreckt. Als Beispiel sei hier eine Umnutzung eines Kinderzimmers in einen Abstellraum erwähnt, welche grundsätzlich andere Voraussetzungen schafft. Ebenso kann von den bekannten Systemen auf spontane Aenderungen des Umfeldes und/oder des Benutzerverhaltens nicht oder nur sehr umständlich bis ungenügend reagiert werden. So ist beispielsweise ein Heimautomationssystem für Haushalte mit berufstätigen Familienmitgliedern auf eine Temperaturabsenkung während des Tages programmiert. Wenn ein Familienmitglied krankheitsbedingt zuhause bleibt, reagiert das System falsch. Es wird eine manuelle Intervention notwendig. Das Rücksetzen auf Normalbetrieb wird überdies oft vergessen.

Die CH,A 683473 offenbart ein Verfahren zur elektronisch verzögerten Abschaltung des Lichtes mit einem passiven Infrarotsensor als Bewegungsmelder. Dabei wird ein vorgegebener Ausgangswert oder ein gespeicherter Erfahrungswert für die zeitliche Verzögerung eingegeben. Dieser Wert wird automatisch und kontinuierlich an die Intensität der Bewegungen in der Reichweite des passiven Infrarotsensors adaptiert und bei veränderter Bewegungsintensität laufend eine neue zeitliche Verzögerung eingestellt. Ein spezifisches Problem, die optimale Verzögerung der Abschaltung der Beleuchtung, wird also nicht mehr ausschliesslich deterministisch bestimmt, eine intelligente Ausschaltverzögerung für Licht stimmt sich auf das Benutzerverhalten ein.

In der EP,A 0631219 wird ein Verfahren zur Temperatursteuerung und -regelung in einzelnen Wohn- und Arbeitsräumen beschrieben, welche nur selten, jedoch mit einer gewissen Regelmässigkeit benutzt werden. Dabei werden konstante Lebensgewohnheiten berücksichtigt, was bei maximaler Energieeinsparung einen optimalen Komfort bringen soll. Ein eingestellter Wert wird anhand der durch Präsenzmelder erfassten Anwesenheitszeiten an den folgenden Tagen nach einem Fuzzy-

Algorithmus an die sich einstellenden Regelmässigkeiten der Raumbenutzung angepasst. Das wenigstens teilweise stochastische Verhalten von Bewohnern kann das Verfahren nicht erfassen.

5

Die weitgehend gleiche, in der US,A 5088645 beschriebene automatische Temperatursteuerung und -regelung ist einzelraumbezogen, sie umfasst keine Gesamtstrategie. Die Algorithmen umfassen keine Trennung von deterministischem und stochastischem Verhalten. Störungsfaktoren werden vom System integriert.

10

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die prozessorgesteuerte Intelligenz, die deterministische Komponente des Heim- und Gebäudeautomationssystems, auf ein Minimum reduzieren, sich selbständig an das wenigstens teilweise stochastische Verhalten von Personen in Gebäuden anpassen und dadurch sowohl Energieeinsparungen erlauben als auch eine Komfortverbesserung ermöglichen.

15

20

In bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass adaptive, selbstlernende Algorithmen der Software, gesteuert durch Signale von der Präsenz- und Aktivitätsüberwachung dienenden Sensoren, laufend das systematische und stochastische Verhalten wenigstens einer Person im jeweiligen Raum sowie über mehrere Räume hinweg speichern, sich anpassen und in Kombination mit veränderbaren, deterministischen Algorithmen Aktuatoren auslösen, wobei die raumbezogenen Optimierungsalgorithmen unter Einbezug externer Parameter in einem das Automationssystem gesamthaft optimierenden Algorithmus zusammengefasst und rückwirkend die Einzelraumalgorithmen entsprechend adaptiert werden. Weiterbildende und spezielle Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

25

30

35

- 5 -

Von grösster Bedeutung ist die Präsenz- und Aktivitätsüberwachung mit anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreisen, den neuronalen Netzen mit eigenen Rechnern, welche  
5 das regelmässige (systematische) und das dem Zufall überlassene (stochastische) Verhalten erfassen und auswerten.

Die eingangsseitig der Software, in der Regel Standardsoftware oder mit fachmännischem Wissen adaptierbare Software,  
10 welche in einer CPU oder einem Prozessor gespeichert ist, angeordneten Sensoren sind beispielsweise Bewegungsmelder aller Art. Am verbreitetsten sind passive Infrarotsensoren, wie sie z.B. in der CH,A 683473 oder der Firmenschrift der High Technology Systems AG, CH-8306 Brüttisellen vom 3. Dezember 1994 (2. Auflage 1/96) beschrieben werden. Weitere  
15 passive Systeme erfassen beispielsweise die von Personen erzeugten Geräusche oder Druckwellen. Bewegungsmelder können auch nach aktiven Prinzipien aufgebaut sein, z.B. durch Aussendung eines Ultraschall- oder Mikrowellenfeldes oder  
20 durch den Empfang des durch eine bewegte Person beeinflussten Feldes. Auch können Veränderungen eines statischen elektrischen oder elektromagnetischen Feldes detektiert und die Signale zur Auswertung durch die Software weitergeleitet werden.

25 Externe, in die raumbezogenen Optimierungsalgorithmen einbezogene Parameter bzw. Informationsquellen sind beispielsweise das Wetter, die Aussentemperatur, Sicherheitsmodi oder Wetterprognosen.

30 Sensoren sind jedoch nicht auf Bewegungsmelder beschränkt. Es sind beispielsweise auch Rauchfühler, Thermostaten, Lichtdetektoren und andere Sensoren als eingangsseitige Signalerzeuger geeignet, zur Lösung der erfindungsgemässen  
35 Aufgabe beizutragen und/oder diese zu ergänzen.

Die ausgangsseitig des Rechners, CPU oder Prozessor mit der

Software, abgegebenen elektrischen Signale lösen über Aktuatoren zugeordnete Installationen oder Installationsgruppen aus. Dies erfolgt direkt oder über dazwischen geschaltete Baugruppen, insbesondere eine Summierstelle und  
5 einen PID-Regler eines anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreises. Die Aktuatoren können ein- oder mehrstufige Relais oder andere dem Fachmann bekannte elektromechanische Einrichtungen mit einem Schliesser, Oeffner oder Umschalter umfassenden Kontaktsatz sein. Installationen oder  
10 Installationsgruppen sind beispielsweise Beleuchtungskörper, Heizungen, Ventile für fliessende Heiz- oder Kühlmedien, Motoren für Lamellenstoren und Alarmanlagen.

Erfindungsgemäss wird nicht nur die Präsenz, sondern auch  
15 die Aktivität von wenigstens einer Person überwacht, welche sich im Erfassungsbereich einer Raumüberwachung aufhält. Die Aktivitäten werden gespeichert und von der Software zur Auslösung von Aktuatoren miteinbezogen.

20 Dadurch werden bei der Installation des Automationssystems gespeicherte erste Modelle des Benutzerverhaltens von wenigstens einer Person permanent an das sich ändernde Benutzerverhalten angepasst und die gesammelten Erfahrungswerte als Vorhersagebasis für die wahrscheinlichsten Folgeaktionen benutzt. Mittels selbstlernender und probalistischen/prädikativen Algorithmen werden stochastisch änderbare Verhaltensmuster aufgezeichnet. Dies erfolgt vorzugsweise nicht ausschliesslich in einer CPU oder einem zentralen Prozessor, sondern mit Einbezug neuronaler Netzwerke.  
25 Darunter werden in der Art von Nervenzellen mit ausstrahlenden Fasern verbundene Netzwerkrechner verstanden, welche wohl einer zentralen Software untergeordnet sind, jedoch weitgehend autonom arbeiten. Dabei wird zur Eingabe von Algorithmen und zur Alarmauslösung die Fuzzy-Logic, eine dem  
30 Fachmann bekannte unscharfe Logik, eingesetzt. Ursprünglich diente die Fuzzy-Logik dazu, unvollständige und/oder nicht exakte Datensätze zu beschreiben und maschinell aufzuarbei-



ten. Heute wird die Fuzzy-Logik auf breiter Basis in der Steuer- und Regeltechnik eingesetzt, insbesondere wenn mit konventionellen Reglern keine guten Ergebnisse erzeugt werden können.

5

Mit der neuronalen Vernetzung und der Fuzzy-Logic können adaptive, selbstlernende Algorithmen der Software ein nicht stochastisches Benutzerverhalten von wenigstens einer Person als systematisch erkennen und das gespeicherte Modell  
10 laufend anpassen. Die Auswertung eines solchen systematischen Benutzerverhaltens dient der Software als Vorhersagebasis für die wahrscheinlichsten Folgeaktionen, was gespeichert und zur Auslösung von Aktuatoren verwendet wird. Weiter kann eine Abweichung von bestimmten systematischen Benutzerverhalten einen Alarm auslösen. Dies erfolgt nicht  
15 sofort, sondern zweckmässig zeitverzögert, beispielsweise nach 5 bis 15 min.

Die adaptiven, selbstlernenden Algorithmen der Software  
20 können auch extern Steuersignale empfangen. Dies erfolgt beispielsweise über ein Verbindungsnetz von Datenbanken, insbesondere über Internet. Diese Steuersignale dienen der Auslösung von Aktuatoren, auch in Kombination mit internen Steuersignalen.

25

Nach einer weiteren Variante der Erfindung erfolgt eine automatische Empfindlichkeitsabstimmung auf den Benutzer. Dabei wird die Empfindlichkeit eines Automationssystems mit Bewegung durch Verkleinerung der Ansprechschwelle erhöht,  
30 wenn sich wenigstens eine Person im Raum aufhält und/oder sich darin bewegt. Der Wärmeunterschied aktiviert dabei eine zweite, empfindlichere Stufe, und der Melder erkennt feinste Körperbewegungen im Bereich von 10 bis 20 cm. Bei jeder detektierten Bewegung wird die vorausbestimmte oder durch das  
35 stochastische Verhalten der Person/en ermittelte Schaltzeit mit erhöhter Empfindlichkeit erneuert. Für Details wird auf die CH,A 684449 und die Publikation Infel-Info 1/96 Seiten 1

bis 4, verwiesen.

Falls während einer einstellbaren Zeitperiode eine vollständige Abwesenheit von Personen und/oder keine Aktivität festgestellt wird, stellt sich das Gebäudeautomationssystem automatisch auf einen Alarmmodus.

In bezug auf das Automationssystem zur Durchführung des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass es für die Präsenz- und Aktivitätsüberwachung von Personen wenigstens einen Sensor pro Raum, eine Vernetzung dieser Sensoren mit anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreisen, und in diesen Netzen angeordnete Rechner mit in der Software veränderbar implementierten, deterministischen und adaptiven, selbstlernenden Algorithmen umfasst. Weiterbildende und spezielle Ausführungsformen des Automationssystems sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Die Netze mit den Rechnern sind vorzugsweise neuronal ausgebildet.

Die vernetzten Sensoren, im wesentlichen Bewegungsmelder aller Art, richten sich nach der Geometrie, der Ausgestaltung und der Möblierung der zu überwachenden Räume. Ein Präsenzmelder ECO-IR 360 der High Technology Systems AG, CH-8306 Brüttisellen, für Deckenmontage erlaubt volle 360° Abdeckung. Selbstverständlich können auch bestimmte Räume oder Teile eines Raumes von der Ueberwachung abgeschirmt bleiben, falls dies erwünscht ist. Im übrigen können auch Sensoren angeschlossen sein, welche lediglich der Alarmauslösung dienen, beispielsweise ein Rauchmelder oder Thermostat.

Die Vernetzung kann über das elektrische Installationsnetz erfolgen. Insbesondere in Neubauten, umfasst die Vernetzung wenigstens einen standardisierten Data-Bus, zweckmässig LON

(Lokal Operierendes Netz) oder EIB (Europäischer Installations Bus), oder PLC (Power Line Communication).

5 Die Anwendungen des erfindungsgemässen Verfahrens sind praktisch unbeschränkt, insbesondere bietet sich die Steuerung von Beleuchtung, Heizung, Klima, Lüftung, Beschattung, Warmwasseraufbereitung, Steuerung elektrischer Geräte, wie Waschmaschinen, und/oder Alarmvorrichtungen usw. an.

10

Die Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens und der damit betriebenen Vorrichtung können wie folgt zusammengefasst werden:

15 - Die Vielzahl von möglichen Fallkombinationen muss nicht vorprogrammiert werden, es kann mit einfachen Regeln gearbeitet werden, wie beispielsweise "solange am Morgen nicht alle Personen im Badezimmer gewesen sind, wird die Heizung nicht abgeschaltet".

20

- Ein als systematisch erkanntes Benutzerverhalten wird als Vorhersagebasis für die wahrscheinlichsten stochastischen Folgeaktionen verwendet und entsprechende Aktuatoren ausgelöst. Das Benutzerverhalten wird laufend  
25 automatisch angepasst.

- Ein Abweichen von bestimmten systematischen Benutzerverhalten kann der zeitverzögerten Alarmauslösung dienen.

30 - Das Heim- und Gebäudeautomationssystem erlaubt eine namhafte Energieeinsparung, verbessert den Komfort und erhöht die Sicherheit der Benutzer.

35 Der Stand der Technik und die Erfindung werden anhand von je einem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel, welches letztere auch Gegenstand von abhängigen Ansprüchen ist, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine bekannte Heizungssteuerung mit einem konventionellen Regelkreis, und
- Fig. 2 ein erfindungsgemässes Heim- und Gebäudeautomationssystem mit einem anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreis.

Eine bekannte Heizungssteuerung 10 gemäss Fig. 1 ist auf das Wohlbefinden eines Benutzers 12 ausgerichtet, welcher die ihm angenehme Raumtemperatur über einen manuell einstellbaren Thermostaten 14 wählt. Dieser gibt ein elektrisches Signal, den mit einem "+" bezeichneten Sollwert, an eine Summierstelle 16 ab. Ein konventioneller Regelkreis 18 führt über einen PID-Regler 20 zu einem Temperaturfühler 22 für die Vorlauftemperatur einer Heizungsanlage 24 und von dort zurück zur Summierstelle 16, wo der mit einem "-" bezeichnete Istwert zum Ermitteln der Regeldifferenz Soll-Ist eingespeist wird.

Zwischen dem Temperaturfühler 22 und der Heizungsanlage 24 ist eine Wasserleitung 26 für die Zufuhr des Heizmediums eingezeichnet. Mit einem gestrichelten Pfeil 28 wird das subjektive Temperaturempfinden des Benutzers 12 angedeutet. Falls dieser die Temperatur als zu hoch oder zu tief empfindet, verstellt er den Thermostaten 14 manuell, was einen neuen Sollwert für die Summierstelle 16 ergibt.

In Fig. 2 ist ein Heim- und Gebäudeautomationssystem 30 mit einem anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreis 32 dargestellt.

Ein Prozessor 34 mit der Software umfasst die adaptive Heimautomation und die veränderbare Verhaltensmuster-Datenbank 36. Mit einem Pfeil 38 ist ein Anschluss an das Internet angedeutet.

Die Anwesenheit und Aktivitäten des Benutzers 12 werden von

einem Bewegungsmelder 40 überwacht, im vorliegenden Fall ein PIR-Sensor an sich bekannter Bauart. Die vom Bewegungsmelder erzeugten elektrischen Signale werden auf einen Daten-Bus 42 eingespeist, welcher in einen weiteren, ebenfalls mit einem  
5 Doppelpfeil dargestellten Daten-Bus 44 mündet. Dieser verbindet den Prozessor 34 mit einem Bus-Interface 46.

Das Bus-Interface 46 bildet mit dem anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreis 32 eine funktionelle Einheit,  
10 was mit einem gestrichelten Rechteck 48 angedeutet ist. Vom Bus-Interface 46 abzweigende elektrische Leiter 47 münden über adaptiv verstellbare P (proportional), I (integral) und D (differential) in den PID-Regler 50, über welchen der anwesenheits- und aktivitätsgesteuerte Regelkreis 32 führt.

15 Weiter gibt das Bus-Interface 46 mit einem "+" bezeichnete elektrische Impulse, die Sollwerte, an die Summierstelle 16 ab. Die mit einem "-" bezeichneten elektrischen Impulse für die Istwerte werden über den Regelkreis 32 zur Bildung der  
20 Regeldifferenz Soll-Ist eingespeist. P, I und D werden wie erwähnt adaptiv verstellt.

Je nach dem laufend angepassten Verhaltensmuster des Benutzers 12 löst die Datenbank 36 des Prozessors 34 und/oder  
25 dieser selbst bzw. die betreffenden Algorithmen über den Daten-Bus 34, das Bus-Interface 46 und den Regelkreis 36 einen Aktuator 52 aus, welcher die Wasserleitung 26 der Heizungsanlage 24 öffnet. Einfachheitshalber wird im übrigen nicht diese ganze Kette aufgezählt, sondern nur die Auslö-  
30 sung des Aktuators 52 erwähnt.

Beim Betreten des Raumes findet der Benutzer zur verhaltensmässig gesteuerten Zeit den Raum mit mininalem Energieverbrauch auf die von ihm gewünschte Temperatur geheizt vor.

- 12 -

**Beispiel 1**

Bei der Umstellung von Sommerzeit auf Winterzeit und umgekehrt verschiebt sich der sonst übliche Tagesrhythmus von in  
5 einem Haushalt wohnenden Personen um 1 h. Das Heimautomationssystem registriert das geänderte Verhalten und wird entsprechend die Bereitstellung von warmem Brauchwasser in den Morgenstunden ebenfalls um diese Stunde verschieben, ohne dass dazu ein Eingriff des Benutzers erforderlich wäre.  
10 Die Umstellung wird vorbereitet, indem ein Signal empfangen und ausgewertet wird, mit welchem die Sommerzeit oder Winterzeit angekündigt wird.

**15 Beispiel 2**

Eine alleinstehende Person verlässt nachts das Schlafzimmer jeweils kurzzeitig, um beispielsweise das WC aufzusuchen, kehrt jedoch immer spätestens nach 10 min wieder zurück.  
20 Sollte diese Person einmal das Schlafzimmer verlassen, dann jedoch verunfallen oder das Bewusstsein verlieren, so wird das System hieraus einen Alarm ableiten. Mit den Methoden der Fuzzy-Logic und der neuronalen Netze ist es nicht mehr erforderlich, alle möglichen Fälle und Kombinationen vorauszudenken und zu programmieren, erfindungsgemäss genügt es  
25 vielmehr, die einfache Regel "wenn unübliches Verhalten, dann zeitverzögert Alarm auslösen" einzugeben. Selbstverständlich kann für besondere Fälle, beispielsweise Aufstehen zum Lesen oder Fernsehen, der Alarm automatisch durch  
30 Bewegungsmelder oder manuell durch Knopfdruck überbrückt werden.

**Beispiel 3**

35

Bei der Installation eines Heimautomationssystems wird im Startmodell für das Benutzerverhalten vorgesehen, dass die

- Familie morgens um 06.00 Uhr den Tag mit einer Dusche beginnt und dann zwischen 06.30 und 07.00 Uhr das Frühstück in der Küche einnimmt. Die Voraussetzung dieses Modells ist, dass das Badezimmer abhängig von den jeweiligen baulichen Gegebenheiten so frühzeitig beheizt wird, dass um 06.00 Uhr sicher eine gewünschte Raumtemperatur von z.B. 22°C erreicht ist. Ab 06.30 Uhr wird die Badezimmerheizung bereits wieder abgeschaltet. Ananloges gilt für die Heizung der Küche.
- 10 Nach einiger Zeit ergibt eine Stundenplanänderung bei einem der Kinder, dass dieses das Badezimmer erst um 07.30 Uhr benutzt, die Küche hingegen überhaupt nicht. Dieses vom ursprünglichen Modell abweichende Verhalten wird von den implementierten Algorithmen der Software als systematisch erkannt und das Modell entsprechend angepasst. Die Badezimmerheizung wird bis um 08.00 Uhr auf 22°C gehalten. Die Heizung der Küche bleibt unverändert.
- 20 Tritt eine Abweichung von den üblichen Gewohnheiten nur sporadisch auf, so wird das Automationssystem über gespeicherte Wahrscheinlichkeitsfunktionen (probalistische Algorithmen) entsprechend der Auftretewahrscheinlichkeit eine Verlängerung der Beheizung des Badezimmers so wählen, dass bei Eintritt des Ereignisses eine schnellstmögliche Anpassung der Raumtemperatur erreicht und dennoch der Gesamtenergieverbrauch als Zusatzkriterium möglichst niedrig gehalten wird. Darüber hinaus wird das Automationssystem aufgrund der neuronalen Vernetzungsstruktur von Präsenz- und Aktivitätssensoren feststellen, dass dieser Fall dann eintritt, wenn die betreffende Person nicht spätestens um 06.25 Uhr in ihrem Zimmer entsprechend aktiv geworden ist.
- 35 Weiter können über eine externe, vorausschauende Information des meteorologischen Dienstes zusätzliche Optimierungen vorgenommen werden. Naht z.B. eine Schlechtwetterfront, so kann dies über Nacht zu einem Temperatursturz führen, welcher erforderlich macht, dass die Aufheizphase des Badezim-

mers früher einsetzt. Dank der Vorhersage hat das erfindungsgemässe Automationssystem diese Information vor Eintritt des Ereignisses zur Verfügung und kann das Aufheizkommando früher auslösen, als dies z.B. mit einem Aussentemperaturfühler der Fall wäre.

5



**Patentansprüche**

1. Verfahren zum optimierten Steuern eines Heim- und Gebäudeautomationssystems (30) über Software und Sensoren (40) für die Ueberwachung von Personen (12), wobei das Automationssystem zwecks Energieeinsparung und Komfortverbesserung bedarfsabhängig Aktuatoren (52) von Installationen (24) oder Installations-Gruppen auslöst,

dadurch gekennzeichnet, dass

adaptive, selbstlernende Algorithmen der Software, gesteuert durch Signale von der Präsenz- und Aktivitätsüberwachung dienenden Sensoren (40), laufend das systematische und stochastische Verhalten wenigstens einer Person (12) im jeweiligen Raum sowie über mehrere Räume hinweg speichern, sich anpassen und in Kombination mit veränderbaren, deterministischen Algorithmen Aktuatoren (52) auslösen, wobei die raumbezogenen Optimierungsalgorithmen unter Einbezug externer Parameter in einem das Automationssystem (30) gesamthaft optimierenden Algorithmus zusammengefasst und rückwirkend die Einzelraumalgorithmen entsprechend adaptiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Installation des Automationssystems (30) ein erstes Modell des Benutzerverhaltens von wenigstens einer Person (12) als Startsoftware in wenigstens einem vorzugsweise neuronalen Netzwerkrechner (34) eingegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die adaptiven, selbstlernenden Algorithmen der Software ein nicht stochastisches Benutzerverhal-

ten von wenigstens einer Person (12) als systematisch erkennen und das gespeicherte Modell laufend anpassen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein systematisches Benutzerverhalten von wenigstens einer Person (12) als Vorhersagebasis für die wahrscheinlichsten Folgeaktionen ausgewertet, gespeichert und zur Auslösung von Aktuatoren (52) verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abweichung von bestimmten systematischen Benutzerverhalten Alarm ausgelöst wird, vorzugsweise nach einem einstellbaren Zeitintervall, insbesondere nach 5 bis 15 min.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Algorithmensteuerung und die Alarmauslösung mittels einer Fuzzy-Logic und neuronaler Netze erfolgen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Automationssystem (30) über ein Verbindungsnetz zu Datenbanken oder externen Informationsquellen, wie über Internet (38), externe Steuerungssignale empfängt und zur Auslösung von Aktuatoren (52) auswertet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfindlichkeit eines Automationssystems (30) mit Bewegungsmelder/n (40) durch Verkleinerung der Ansprechschwelle automatisch auf einen anwesenden Benutzer (12) abgestimmt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Automationssystem (30) bei vollständiger Abwesenheit von Personen und/oder feh-

lender Aktivität automatisch auf einen Alarmmodus stellt.

10. Automationssystem (30) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

es für die Präsenz- und Aktivitätsüberwachung von Personen (12) wenigstens einen Sensor (40) pro Raum, eine Vernetzung dieser Sensoren (40) mit anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreisen (32), und in diesen Netzen angeordnete Rechner (34) mit in der Software veränderbar implementierten, deterministischen und adaptiven, selbstlernenden Algorithmen umfasst.

11. Automationssystem (30) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweckmässig neuronale Vernetzung mit Rechnern wenigstens einen standardisierten Daten-Bus (42,44), vorzugsweise LON oder EIB, oder PLC umfasst.

12. Automationssystem (30) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bus-Interface (46) mit einem PID-Regler (50) und zur Uebermittlung elektrischer Signale als positive Sollwerte mit wenigstens einer Summierstelle (16) verbunden ist, welche mit einem PID-Regler (50) und einem Aktuator (52) je in einen anwesenheits- und aktivitätsgesteuerten Regelkreis (32) integriert ist.

1/2

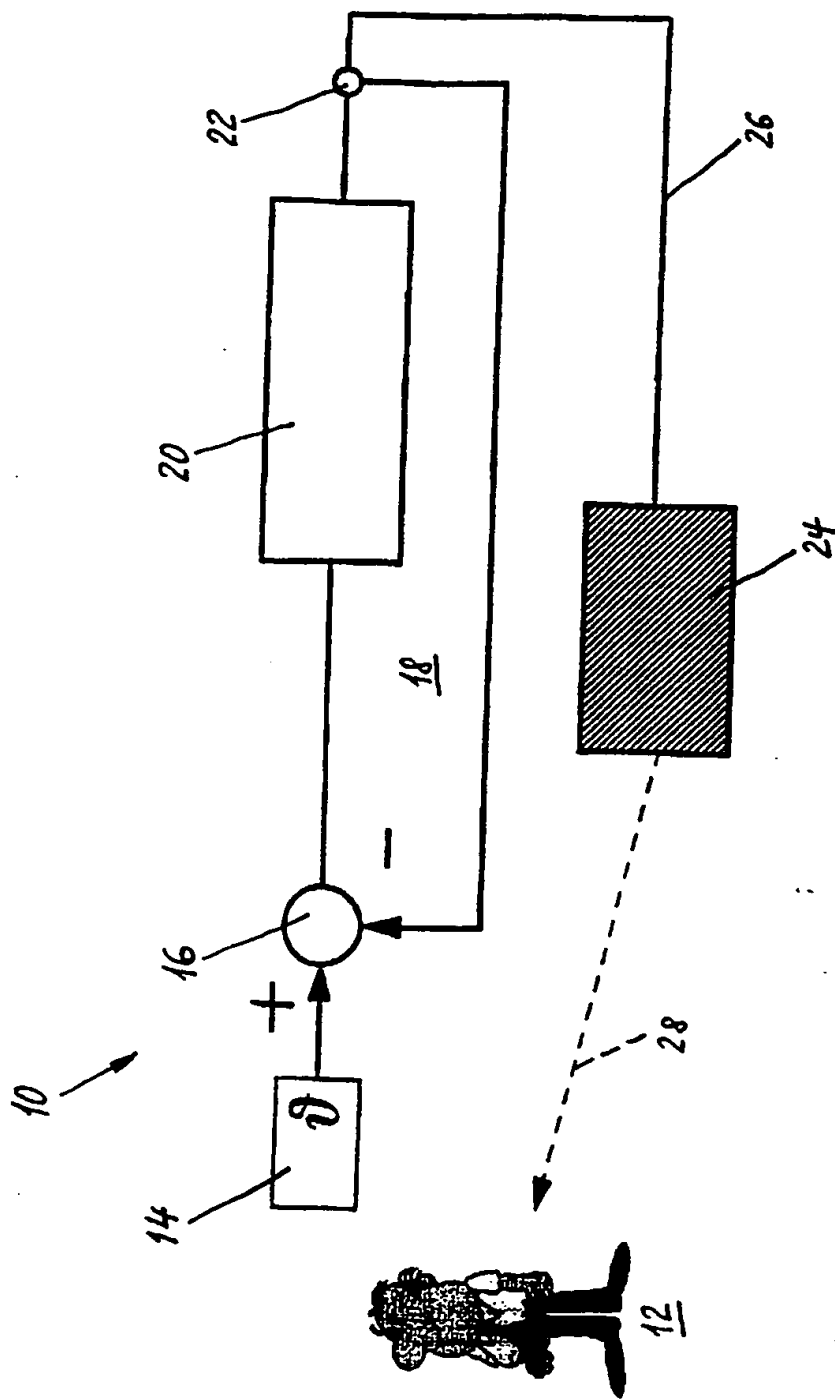


Fig. 1

2/2

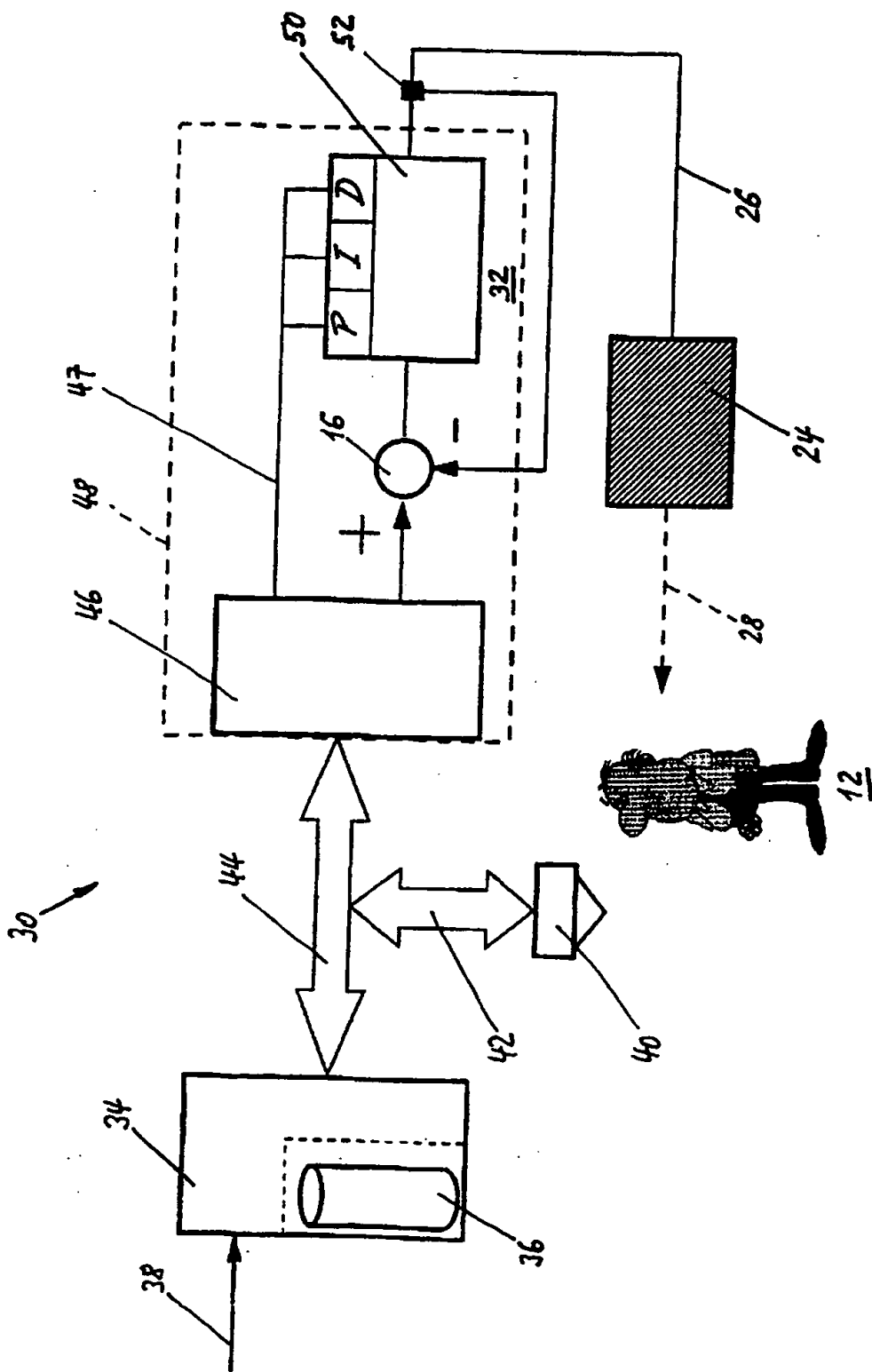


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 97/00194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G05D23/19 F24F11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G05D F24F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 444 308 A (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH) 4 September 1991 see the whole document ---	1
A	EP 0 631 219 A (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH) 28 December 1994 cited in the application see the whole document ---	1
A	EP 0 589 448 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 30 March 1994 see column 7, line 1 - column 16, line 16 ---	1
A	US 5 148 977 A (HIBINO YOZO ET AL) 22 September 1992 see the whole document ---	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 August 1997

Date of mailing of the international search report

27. 08. 97

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kelperis, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH 97/00194

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 14 027 A (ECKHOFF HANS JUN ;DENK OLIVER DIPL ING (DE)) 4 January 1996 see the whole document ---	1
A	US 5 088 645 A (BELL IAN) 18 February 1992 cited in the application see the whole document -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 97/00194

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0444308 A	04-09-91	DE 4006494 A	05-09-91
		DE 4009774 A	02-10-91
		DE 4018855 A	19-12-91
		DE 4032650 A	16-04-92
EP 0631219 A	28-12-94	NONE	
EP 0589448 A	30-03-94	JP 6160507 A	07-06-94
		US 5384716 A	24-01-95
US 5148977 A	22-09-92	JP 2510333 B	26-06-96
		JP 4052440 A	20-02-92
DE 19514027 A	04-01-96	NONE	
US 5088645 A	18-02-92	NONE	



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00194

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G05D23/19 F24F11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G05D F24F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 444 308 A (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH) 4. September 1991 siehe das ganze Dokument ---	1
A	EP 0 631 219 A (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH) 28. Dezember 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1
A	EP 0 589 448 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 30. März 1994 siehe Spalte 7, Zeile 1 - Spalte 16, Zeile 16 ---	1
A	US 5 148 977 A (HIBINO YOZO ET AL) 22. September 1992 siehe das ganze Dokument ---	1
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen und der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \* A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \* E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \* L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \* O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \* P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* &\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. August 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27. 08. 97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kelperis, K

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH 97/00194

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 14 027 A (ECKHOFF HANS JUN ;DENK OLIVER DIPL ING (DE)) 4.Januar 1996 siehe das ganze Dokument ---	1
A	US 5 088 645 A (BELL IAN) 18.Februar 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00194

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0444308 A	04-09-91	DE 4006494 A	05-09-91
		DE 4009774 A	02-10-91
		DE 4018855 A	19-12-91
		DE 4032650 A	16-04-92
-----			
EP 0631219 A	28-12-94	KEINE	
-----			
EP 0589448 A	30-03-94	JP 6160507 A	07-06-94
		US 5384716 A	24-01-95
-----			
US 5148977 A	22-09-92	JP 2510333 B	26-06-96
		JP 4052440 A	20-02-92
-----			
DE 19514027 A	04-01-96	KEINE	
-----			
US 5088645 A	18-02-92	KEINE	
-----			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**